ملخص دور البروتينات في الاتصال العصبي

موافق للمنهاج الوزاري 100 %

لا تحفظ أكثر من هذا - إجابات نموذجية للبكالوريا

1- المكتسبات

- **تشفير السيالة العصبية:** السيالة العصبية تشفر في الغشاء قبل مشبكي **بتواتر كمونات عمل**، وتشفر في الشق المشبكي **بتركيز المبلغ العصبي** الذي يؤمن انتقالها إلى الغشاء بعد مشبكي لتشفر **بتواتر كمونات عمل** من جديد. ونقول: تتعاقب ظواهر **كهربائية** ثم **كيميائية** ثم **كهربائية** في نفس المستويات السابقة.
- **دور المركز العصبي:** في المركز العصبي، **تدمج** العصبونات (الحركية والجامعة) الرسائل العصبية الواردة، ونقول أنها "**تعالج** الرسائل العصبية".

2- التقنيات المستعملة

- **تقنية باتش كلامب:** تتمثل في عزل قناة مع أو دون فصلها عن الغشاء بواسطة ماصة مجهرية متصلة بجهاز يسجل التيارات التي تتولد فيها (الداخلية والخارجية).
- **فرض الكمون:** يتمثل في إرسال تيار كهربائي ذو شدة معينة لليف العصبي لإلغاء الكمون الطبيعي وتوليد كمون اصطناعي مفروض.
- **جهاز راسم الاهتزاز المهبطي:** تمر حزمة من الالكترونات عبر صفيحتين أفقيتين متصلتين بمسريي استقبال وتسقط على شاشة مفلورة. تأخذ الصفيحتين الأفقيتين شحنة المسريين وتحدد اتجاه انحراف الالكترونات مسجلة منحنى على الشاشة.

3- كمون الراحة

- **الاستقطاب:** الليف العصبي في حالة الراحة **مستقطب**، أي يوجد فرق في الكمون على جانبي غشائه (يقدر بحوالي – 70 ميلي فولط).
- **مصدر كمون الراحة:** ثبات التوزع غير المتساوي لشوارد Na^+ وK^+ على جانبي الغشاء، حيث تركيز K^+ داخل الليف أكبر من Na^+ والعكس خارجه. نتيجة هذا التوزع غير المتساوي للشوارد، يصبح خارج الليف أكثر كهروجابية (موجب الشحنة +) وداخله أكثر كهروسلبية (سالب الشحنة -) وهو ما يخلق فرق الاستقطاب الطبيعي (كمون الراحة).
- **ثبات كمون الراحة:** يؤمن ثبات كمون الراحة قنوات التسرب الخاصة بـ Na^+ وK^+ ومضخة (Na^+/K^+). قنوات التسرب مفتوحة باستمرار وتنقل الشوارد حسب تدرج التركيز (انتشار) حيث ناقلية شوارد K^+ أكبر من Na^+ لأن قنوات التسرب لـ K^+ أكبر في وحدة المساحة. تحافظ المضخة على ثبات كمون الراحة كما يلي: تدخل $2K^+$ وتخرج $3Na^+$ في نفس الوقت وتستمد الطاقة من إماهة الـ ATP (نقل فعال).

4- كمون العمل

- **مصدر كمون العمل:** تغيرات سريعة للنفاذية الغشائية مسببة تدفق شوارد Na^+ وK^+ على جانبي غشاء العصبون.
- **تفسير منحنى كمون العمل**
  - **الاستقطاب:** يفسر بعدم وصول موجة زوال الاستقطاب حيث نسجل كمون راحة قدره 70 ميلي فولط.
  - **زوال الاستقطاب:** يفسر بتدفق شوارد داخلي لشوارد Na^+ نتيجة انفتاح قنوات Na^+ المرتبطة بالفولطية.
  - **عودة الاستقطاب:** يفسر بتدفق خارجي لشوارد K^+ نتيجة انفتاح قنوات K^+ المرتبطة بالفولطية.
  - **فرط الاستقطاب:** يفسر بتأخر انغلاق القنوات المرتبطة بالفولطية للـ K^+ واستمرار خروج شوارد K^+.
  - **عودة الاستقطاب:** يفسر بعودة التراكيز الطبيعية لشوارد Na^+ و K^+ بتدخل مضخة K^+/Na^+.
- **شرط تولد كمون العمل:** أن يكون التنبيه يساوي أو أكبر من العتبة.
- **عتبة التنبيه:** هي انفتاح عدد معين من القنوات الفولطية كاف لتوليد كمون عمل.

5- النقل المشبكي

- **آلية النقل المشبكي**
  - تصل موجة زوال الاستقطاب (كمونات العمل) إلى الزر المشبكي فتنفتح القنوات الفولطية الخاصة بشوارد Ca^{++}.
  - تدخل هذه الشوارد في العصبون قبل مشبكي وتحرض طرح المبلغ العصبي الأستيل كولين (Ach) في الشق المشبكي عن طريق الاطراح الخلوي.
  - يتثبت الأستيل كولين على المستقبلات الكيميائية الخاصة به في الغشاء بعد المشبكي مسببة انفتاحها ودخول شوارد Na^+.
  - التدفق الداخلي لـ Na^+ يولد موجة زوال استقطاب في الغشاء بعد مشبكي.
  - يفقد المبلغ العصبي نشاطه (فعاليته) نتيجة إماهته بواسطة الانزيم أستيل كولين أستراز فتنغلق قنوات Na^+ المتربطة بالكيمياء ويعود الغشاء بعد المشبكي لحالة الراحة.
- **ملاحظة:** يمكن أن يعطى في تمرين مبلغ عصبي آخر غير الـ Ach والـ GABA ولكن سيكون لهما تأثير أحد المبلغين السابقين فقط. أي كل المبلغات العصبية إما تنبه أو تثبط العصبون بعد مشبكي.

- **مقارنة بين المشبك المنبه والمشبك المثبط**

مشبك منبه SE	مشبك مثبط SI
يحرر في الشق المشبكي المبلغ العصبي الـ **الأستيل كولين**	يحرر في الشق المشبكي المبلغ العصبي الـ **GABA**
تنفتح قنوات كيميائية خاصة بشوارد **الصوديوم** Na^{+}	تنفتح قنوات كيميائية خاصة بشوارد **الكلور** Cl^{-}
ينتج عن التدفق الداخلي لهذه الشوارد **زوال في استقطاب** في الغشاء بعد مشبكي يسمى **كمون بعد مشبكي تنبيهي (PPSE)**	ينتج عن التدفق الداخلي لهذه الشوارد **فرط في استقطاب** الغشاء بعد مشبكي يسمى **كمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSI)**
ينتشر في الخلية بعد مشبكية إذا كان يساوي أو يفوق العتبة **(ينشطها)**	**يثبط** الخلية بعد مشبكية

- **السيالة العصبية مشفرة بتركيز المبلغ العصبي:** يرتبط تركيز المبلغ العصبي في الشق المشبكي بتواتر كمونات العمل القبل مشبكية، والذي بدوره يحدد سعة الكمون العمل بعد مشبكي PPS.

6- الإدماج العصبي

- **مقارنة بين التجميعين الزمني والفضائي**

تجميع فضائي: دمج عدة كمونات قبل مشبكية (إثنان على الأقل): **أولا** تصل من نهايات عصبية مختلفة، **ثانيا**: تصل في نفس الوقت.

تجميع زمني: دمج عدة كمونات قبل مشبكية: **أولا** تصل من نفس النهاية العصبية، **ثانيا:** متقاربة زمنيا (تفصل بينها مدة زمنية قصيرة جدا).

- **الكمون الناتج عن الادماج العصبي في المحور الاسطواني:** بعد تولد الكمونات بعد المشبكية التنبيهية (PPSE) والتثبيطية (PPSI) في الغشاء بعد مشبكي (في الجسم الخلوي) تصل جميعها إلى منطقة التجميع (منطقة ارتباط المحور الأسطواني بالجسم الخلوي). والكمون الناتج في المحور الأسطواني (كمون راحة أو كمون عمل) يتوقف على محصلة مجموع هذه الكمونات الواردة. إذا كانت المحصلة تساوي أو تفوق العتبة فإنه يتولد كمون عمل ينتشر في المحور الأسطواني. وإذا كانت المحصلة أقل من العتبة أو فرط استقطاب فإنه ينتج كمون راحة في المحور الاسطواني.

7- تأثير المخدرات

- **المادة P والانكيفالين:** مبلغان عصبيان تفرزهما النهايات العصبية في مشابك خاصة (في القرن الخلفي للنخاع الشوكي) وتتولد عنهما كمونات عمل في العصبون بعد مشبكي. لهاتين المادتين تأثير متضاد حيث المادة P مسؤولة عن الإحساس بالألم أما الانكيفالين فهي مزيلة للألم.
- **آلية عمل المادة P والانكيفالين:** بعد الإصابة أو تنبيه العصبون الحسي، فإنه ينشط ويحرر المادة P في الشق المشبكي فتولد سيالة عصبية بعد مشبكية تنتقل إلى المخ يترجمها إلى إحساس بالألم. بعد الإحساس بالألم، يرسل المخ سيالة عصبية تنشط عصبونا يفرز الأنكيفالين التي تثبط العصبون السابق الذي يطرح المادة P وبالتالي تمنع تولد الإحساس بالألم.
- **المورفين:** مادة طبية (مخدر) تستعمل بكمية محددة بدقة لتخفيف الإحساس بالألم (لها نفس تأثير الأنكيفالين).
- **كيفية تأثير المورفين:** للمورفين بنية فراغية مشابهة للأنكيفالين، عند حقنها تتثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأنكيفالين وتمنع نقل السيالة العصبية إلى المخ (السيالة العصبية التي تترجم إلى إحساس بالألم) فيفقد الإحساس بالألم.
- **تأثيرات أخرى للمخدرات:** تشترك المخدرات في أنها تؤثر على مستوى المشابك وتخل بالنقل المشبكي.
- قد تشغل المستقبلات الخاصة بالمبلغ العصبي الطبيعي مسببة إعاقة عمله. مثل الكورار الذي يمنع تثبت الاستيل كولين.
- قد تمنع إعادة امتصاص الوسيط الكيميائي مثل الكوكايين.
- قد تحفز تحرير الوسيط الكيميائي.
- قد تعطل نشاط انزيمات تفكيك الوسيط الكيميائي الطبيعي مثل الكحول.

الخلاصـــــــــة

دور البروتينات في الاتصال العصبي

- **الحفاظ على استقطاب العصبون:** تعمل **مضخة** K^{+} **و** Na^{+} و **قنوات التسرب الخاصة بالـ** Na^{+} **و الـ** K^{+} ذات الطبيعة البروتينية على إحداث فرق في تدرج تركيز K^{+} و Na^{+} على جانبي الغشاء الهيولي وتولد كمون الراحة.
- **توليد وانتشار كمون العمل:** ينتج كمون العمل عن انفتاح **القنوات الفولطية لشوارد** Na^{+} **و الـ** K^{+} ذات الطبيعة البروتينية في الغشاء القبل مشبكي وينتشر نتيجة توزع هذه القنوات على طول الليف العصبي.
- **النقل المشبكي:** على مستوى المشبك، تتدخل **القنوات الفولطية البروتينية لشوارد** Ca^{++} في تحرير المبلغ العصبي في الشق المشبكي، والذي يؤثر على الغشاء البعد مشبكي عن طريق **مستقبلات نوعية** ذات طبيعة بروتينية.